

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-57682

(43) 公開日 平成7年(1995)3月3日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J 37/317	C	9172-5E		
C 2 3 C 14/48	B	9046-4K		
H 0 1 J 27/16				
37/08				
	8617-4M	H 0 1 L 21/ 265	D	
	審査請求	未請求	請求項の数 1	OL (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-204277

(22) 出願日 平成5年(1993)8月18日

(71) 出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72) 発明者 松本 貴雄

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日  
新電機株式会社内

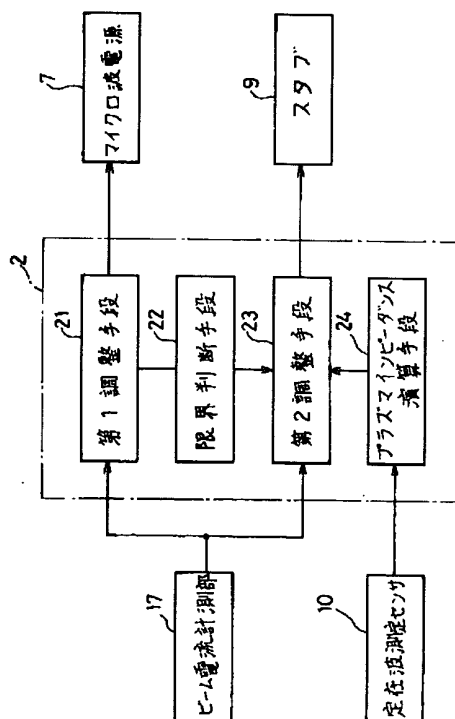
(74) 代理人 弁理士 原 謙三

#### (54) 【発明の名称】 イオン照射装置

##### (57) 【要約】

【構成】 イオン注入装置は、マイクロ波型イオン源と、このイオン源を制御してフルオートでビーム電流調整を行うビーム電流コントローラ2とを有する。ビーム電流コントローラ2においては、先ず、第1調整手段21が、マイクロ波電源の出力パワーを制御してマグネトロン出力電力を調整し、このとき、限界判断手段22がマグネトロンの出力が限界最低値になったと判断すれば、次に、第2調整手段23が、スタブ9を制御して導波管のインピーダンスを調整し、インピーダンス不整合によって導波管内に反射波を生じさせることにより、プラズマチャンバに入射されるマイクロ波電力を調整する。

【効果】 リニアなビーム電流調整が可能となり、フルオートによる微小ビーム電流調整に要する時間を短縮できる。



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】プラズマを生成するためのプラズマチャンバと、マイクロ波を発生するマイクロ波発生手段と、上記マイクロ波発生手段から出力されたマイクロ波を上記プラズマチャンバへ導く導波管と、上記導波管のインピーダンスを変化させることによって導波管のインピーダンスとプラズマチャンバ側のインピーダンスとの間のインピーダンス整合をとるインピーダンス整合手段とを有し、イオンビームを生成するマイクロ波型イオン源と、マイクロ波発生手段の出力するマイクロ波電力を調整する第 1 調整手段と、マイクロ波発生手段の出力するマイクロ波電力が限界最低値になったか否かを判断する限界判断手段とを有し、上記マイクロ波型イオン源の動作を制御することにより、マイクロ波型イオン源から引き出されるイオンビームの電流を調整するビーム電流調整手段とを備えているイオン照射装置において、プラズマチャンバ側のインピーダンスを測定するプラズマインピーダンス測定手段を備え、上記ビーム電流調整手段は、上記判断手段がマイクロ波発生手段の出力するマイクロ波電力が限界最低値になったと判断したとき、上記プラズマインピーダンス測定手段の測定値に基づいて、上記インピーダンス整合手段を制御して導波管のインピーダンスを調整し、導波管のインピーダンスとプラズマチャンバ側のインピーダンスとの間のインピーダンス不整合によって導波管内に反射波を生じさせることにより、プラズマチャンバに入射されるマイクロ波電力を調整する第 2 調整手段を有していることを特徴とするイオン照射装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ターゲットにイオンビームを照射してイオン注入や表面改質等を行うイオン照射装置に関し、特に、磁界中のマイクロ波放電によりプラズマを生成してそのプラズマからイオンビームを引き出すマイクロ波型イオン源を備えたイオン照射装置のフルオートビーム電流調整に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】イオン注入装置は、真空中でイオンを発生させた後、イオンビームとして引出し、これを磁界を用いた質量分析法により所望のイオンビームのみを選択的に取り出し、さらに上記イオンビームを所定のエネルギーまで加速してウエハ等のイオン照射対象物に照射することで、イオン照射対象物内に不純物を注入するものであり、半導体プロセスにおいてデバイスの特性を決定する不純物を任意の量および深さに制御性良く注入することから、現在の集積回路の製造に重要な装置になっている。

【0003】上記イオン注入装置には、磁界中のマイクロ波放電によりプラズマを生成してそのプラズマからイオンを引き出すマイクロ波型のイオン源を備えたものが

## 2

ある。このマイクロ波型のイオン源は、図 6 に示すように、マグネトロン 51 から出力されたマイクロ波電力がアイソレータ 52、方向性結合器 53 および導波管 54 を介してプラズマチャンバ 55 内に導入されることにより、ソースマグネット 56・57 の形成する磁界中において、ガス供給部 58 からプラズマチャンバ 55 内に供給されているガスイオン種が、マイクロ波放電によりプラズマ化している。

【0004】また、イオン注入装置には、ターゲットに照射するビーム電流を入力設定すれば、フルオートでビーム電流を調整する機能を備えているものがある。上記のマイクロ波型イオン源を具備したイオン注入装置では、ビーム電流コントローラ 63 が、マイクロ波電源 59、ソースマグネット電源 60・61、および導波管 54 に設けられたインピーダンス整合用スタブ 62 の動作を制御して、フルオートでビーム電流を調整する。このビーム電流コントローラ 63 によるビーム電流調整を、図 7 のフローチャートに基づいて、以下に説明する。

【0005】ビーム電流コントローラ 63 は、まず、イオン源の各部の動作を制御して、プラズマチャンバ 55 内においてプラズマを点灯させる (S51)。プラズマが点灯すれば (S52)、導波管 54 の有するインピーダンスとプラズマインピーダンス (プラズマの状態によって変化するプラズマチャンバ 55 のインピーダンス) との間のインピーダンス整合を図るために、スタブ 62 を調整する (S53)。

【0006】尚、導波管 54 内の反射波は、方向性結合器 53 で分離され、そのパワーが反射パワー測定部 64 で測定されるようになっている。そして、この測定値はビーム電流コントローラ 63 に取り込まれる。ビーム電流コントローラ 63 は、この反射パワー測定値が、20W (基準値) よりも小さくなるように、スタブ 62 を調整する (S53)。

【0007】反射パワー測定値が 20W よりも小さくになれば (S54)、マイクロ波電源 59 の出力パワーを制御して、設定されたビーム電流になるようにマグネトロン 51 から出力されるマイクロ波電力を調整する (S55)。

【0008】尚、ターゲットに照射されるビーム電流は、ビーム電流計測部 65 において計測されるようになっている。ビーム電流コントローラ 63 は、上記ビーム電流計測部 65 のビーム電流計測値をモニタし、このモニタ電流値が設定されたビーム電流値になるように、マイクロ波電源 59 を制御する (S55)。そして、モニタ電流値が設定されたビーム電流値になれば (S56で YES)、ビーム電流制御を終了する。

【0009】尚、マグネトロン 51 は、ある出力 (例えば 200W) 以下になれば非常に不安定になるといった出力特性を有しているため、微小ビーム電流調整を行う場合には、マイクロ波電源 59 の制御によるマグネトロ

## 3

ン51の出力パワー調整だけでは限界がある。

【0010】そこで、マグネトロン51の出力が最低値（例えば200W）になれば（S57でYES）、ソースマグネット電源60・61の出力パワーを制御して、設定されたビーム電流になるように、ソースマグネット56・57のソレノイドコイルに流れるソースマグネット電流を調整する（S58）。このソースマグネット電源60・61の制御によるビーム電流調整により、モニタ電流値が設定されたビーム電流値になれば（S59でYES）、ビーム電流制御を終了する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、プラズマチャンバ55に入射されるマイクロ波のパワーを変化させたときのビーム電流の変化は、図4に示す通りであり、略直線的な変化を示す。このため、マイクロ波電源59の制御によるビーム電流調整（S55）は、比較的容易である。

【0012】これに対し、ソースマグネット電流を変化させたときのビーム電流の変化は、図5に示す通りであり、ソースマグネット電源60・61の制御によるビーム電流調整（S58）は、非常に難しい。

【0013】このため、上記従来の構成では、マイクロ波電源59の制御によるビーム電流調整（S55）だけでは調整不可能なような微小ビーム電流調整を行う場合には、調整に長時間を有する。

【0014】本発明は、上記に鑑みなされたものであり、その目的は、微小ビーム電流調整に要する時間を短縮することができるイオン照射装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明のイオン照射装置は、プラズマを生成するためのプラズマチャンバと、マイクロ波を発生するマイクロ波発生手段と、上記マイクロ波発生手段から出力されたマイクロ波を上記プラズマチャンバへ導く導波管と、上記導波管のインピーダンスを変化させることによって導波管のインピーダンスとプラズマチャンバ側のインピーダンスとの間のインピーダンス整合をとるインピーダンス整合手段とを有してイオンビームを生成するマイクロ波型イオン源、および、マイクロ波発生手段の出力するマイクロ波電力を調整する第1調整手段と、マイクロ波発生手段の出力するマイクロ波電力が限界最低値になったか否かを判断する限界判断手段とを有して上記マイクロ波型イオン源の動作を制御することによってマイクロ波型イオン源から引き出されるイオンビームの電流を調整するビーム電流調整手段を備えているものであって、上記の課題を解決するために、以下の手段が講じられていることを特徴とするものである。

【0016】即ち、上記イオン照射装置は、プラズマチャンバ側のインピーダンスを測定するプラズマインピー

## 4

ダンス測定手段を備えており、そして、上記ビーム電流調整手段は、上記判断手段がマイクロ波発生手段の出力するマイクロ波電力が限界最低値になったと判断したとき、上記プラズマインピーダンス測定手段の測定値に基づいて、上記インピーダンス整合手段を制御して導波管のインピーダンスを調整し、導波管のインピーダンスとプラズマチャンバ側のインピーダンスとの間のインピーダンス不整合によって導波管内に反射波を生じさせることにより、プラズマチャンバに入射されるマイクロ波電力を調整する第2調整手段を有している。

【0017】

【作用】上記の構成によれば、ビーム電流調整手段がマイクロ波型イオン源の動作を制御することによって、ビーム電流調整がフルオートで行われる。このビーム電流調整手段によるビーム電流調整では、先ず、第1調整手段が、マイクロ波発生手段の出力するマイクロ波電力を調整することによってビーム電流の調整を行う。このとき、限界判断手段がマイクロ波発生手段の出力するマイクロ波電力が限界最低値になったと判断すれば、次に、第2調整手段が、プラズマインピーダンス測定手段の測定値に基づいて、上記インピーダンス整合手段を制御して導波管のインピーダンスを調整し、導波管のインピーダンスとプラズマチャンバ側のインピーダンスとの間のインピーダンス不整合によって導波管内に反射波を生じさせることにより、プラズマチャンバに入射されるマイクロ波電力を調整することによってビーム電流の調整を行う。

【0018】このように、通常は、導波管のインピーダンスとプラズマチャンバ側のインピーダンスとの間のインピーダンス整合をとるために用いられるインピーダンス整合手段を、インピーダンス不整合を生じさせる手段として利用することにより、プラズマチャンバに入射されるマイクロ波電力を、マイクロ波発生手段の出力するマイクロ波電力の限界最低値よりも下げることができる。したがって、マイクロ波発生手段の制御によるビーム電流調整だけでは調整不可能なような微小ビーム電流調整を行う場合でも、従来のようにソースマグネット電源の制御によるビーム電流調整を行う必要がなく、プラズマチャンバに入射されるマイクロ波電力の調整によるリニアなビーム電流調整が可能となり、フルオートによるビーム電流調整が容易となり、調整時間の短縮化を図れる。

【0019】

【実施例】本発明の一実施例について図1ないし図5に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0020】本実施例に係るイオン照射装置としてのイオン注入装置は、図2に示すように、電子サイクロトロン共鳴（ECR: Electron Cyclotron Resonance）条件の磁界中でマイクロ波放電を生じさせてプラズマを生成し、このプラズマからイオンをビームとして引き出すマ

## 5

マイクロ波型イオン源（以下、ECRイオン源と称する）  
1、およびこのECRイオン源1の各部の動作を制御してECRイオン源1から引き出されるイオンビームの電流を調整し、ターゲットに照射するイオンビームの電流量をコントロールするビーム電流コントローラ（ビーム電流調整手段）2を備えている。

【0021】上記ECRイオン源1は、プラズマを生成するためのプラズマチャンバ8と、マイクロ波電源7から電力の供給を受けて、例えば2.45GHzのマイクロ波電力を出力するマグネトロン3と、マグネトロン3から出力されたマイクロ波電力を上記プラズマチャンバ8へ導く導波管6とを備えている。尚、上記マグネトロン3およびマイクロ波電源7によって、特許請求の範囲に記載のマイクロ波発生手段が構成されている。

【0022】また、マグネトロン3と導波管6の端部との間には、マグネトロン3からのマイクロ波の出力方向（進行方向）のみマイクロ波を通過させ、反射波がマグネトロン3へ戻るのを防ぐアイソレータ4と、進行波成分と反射波成分とを分離して取り出す方向性結合器5とが設けられている。上記方向性結合器5には、分離された反射波のパワーを測定する反射パワー測定部16が接続されている。

【0023】また、上記導波管6には、導波管6のインピーダンスとプラズマチャンバ8側のインピーダンス（以下、プラズマインピーダンスと称する）との間のインピーダンス整合を図るためのインピーダンス整合用スタブ（インピーダンス整合手段）9と、導波管6内に生じる定在波を測定する定在波測定センサ10とが設けられている。

【0024】上記プラズマチャンバ8には、固体イオン源物質を蒸発させるベーパーライザを備え、ガス状のイオン源物質をチャンバ内に供給するためのガス供給部11が接続されている。

【0025】また、上記プラズマチャンバ8の周囲には、ソレノイドコイルを備えたソースマグネット12・13が配設されており、このソースマグネット12・13は、プラズマチャンバ8内にビーム引き出し方向と略平行な磁界を形成するようになっている。上記ソースマグネット12・13の各ソレノイドコイルには、それぞれソースマグネット電源14・15が接続されており、これらのソースマグネット電源14・15よりソースマグネット電流が供給されるようになっている。

【0026】上記プラズマチャンバ8には図示しないビーム引出しスリットが形成されており、プラズマチャンバ8の外部におけるビーム引出しスリットと対向する位置には、図示しない引出電極が配置されている。そして、プラズマチャンバ8と引出電極との間に図示しない引出電源より引出電圧が印加されることにより、両者間に強い外部電界が形成され、この外部電界により、プラズマチャンバ8内で生成されたプラズマ中のイオンが、

## 6

ビーム引出しスリットから引き出され、イオンビームが形成されるようになっている。

【0027】上記ECRイオン源1の後段には、質量分析によって所定のイオンのみを選別して取り出す分析マグネット（図示せず）、ビームを輸送する中でビーム形状の整形、加速、走査等を行うビームライン部（図示せず）、およびシリコンウェハ等のイオン照射対象物をセットして注入処理を行うエンドステーション（図示せず）が、この順に設けられている。上記エンドステーションには、ビーム電流測定用のファラデーカップ（図示せず）が設けられており、このファラデーカップに入射されるイオンビームの電流が、ビーム電流計測部17において計測されるようになっている。

【0028】上記ビーム電流コントローラ2には、上記の反射パワー測定部16、定在波測定センサ10、およびビーム電流計測部17から、それぞれ、反射波パワーの測定データ、定在波測定データ、およびビーム電流計測データが入力されるようになっている。

【0029】上記ビーム電流コントローラ2は、CPU（Central Processing Unit）、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）等を含むマイクロコンピュータによって構成されており、イオン注入条件としてターゲットに照射するビーム電流を入力設定すれば、上記の各種入力データに基づいて、上記のマイクロ波電源7、スタブ9、およびソースマグネット電源14・15を制御して、フルオートでビーム電流を調整するようになっている。

【0030】図1に示すように、上記ビーム電流コントローラ2は、ビーム電流計測部17から入力されるビーム電流計測データに基づいて、マイクロ波電源7の出力パワーを制御してマグネトロン3から出力されるマイクロ波電力を調整する第1調整手段21と、マグネトロン3の出力が限界最低値（例えば200W）になったか否かを判断する限界判断手段22と、定在波測定センサ10から入力される定在波測定データに基づいてプラズマインピーダンスを演算するプラズマインピーダンス演算手段24と、上記判断手段22がマグネトロン3の出力するマイクロ波電力が限界最低値になったと判断したとき、プラズマインピーダンス演算手段24の演算結果に基づいて、上記スタブ9を制御して導波管6のインピーダンスを調整し、導波管6のインピーダンスとプラズマインピーダンスとの間のインピーダンス不整合によって導波管6内に反射波を生じさせることにより、プラズマチャンバ8に入射されるマイクロ波電力を調整する第2調整手段23とを有している。

【0031】尚、上記ビーム電流コントローラ2の有する各手段21～24は、ROMに格納されている所定のプログラムを実行するCPUによって構成されるものである。また、上記定在波測定センサ10と上記プラズマインピーダンス演算手段24とによって、特許請求の範

図に記載のプラズマインピーダンス測定手段が構成されている。

【0032】上記の構成において、上記ビーム電流コントローラ 2 によるビーム電流調整を、図 3 のフローチャートに基づいて、以下に説明する。

【0033】ビーム電流コントローラ 2 は、先ず、ECR イオン源 1 の各部の動作を制御して、プラズマチャンバ 8 内においてプラズマを点灯させる (S1)。ECR イオン源 1 では、プラズマチャンバ 8 内にガス供給部 11 からガス状のイオン源物質が導入されると共に、ソースマグネット 12・13 のソレノイドコイルにソースマグネット電源 14・15 よりソースマグネット電流が供給され、プラズマチャンバ 8 内にビーム引き出し方向と略平行な磁界が形成される。また、マイクロ波電源 7 が投入されてマグネトロン 3 が作動し、マイクロ波電力がアイソレータ 4、方向性結合器 5、および導波管 6 を介してプラズマチャンバ 8 内に導入されることになる。これにより、ECR 現象によるマイクロ波放電によって、プラズマチャンバ 8 内に導入されているイオン源物質がプラズマ化される。

【0034】プラズマが点灯した後 (S2 で YES)、ビーム電流コントローラ 2 は、反射パワー測定部 16 から入力される反射波パワーの測定データに基づいて、導波管 6 の有するインピーダンスとプラズマインピーダンス (プラズマの状態によって変化するプラズマチャンバ 8 のインピーダンス) との間のインピーダンス整合を図るために、スタブ 9 を調整する (S3)。即ち、ビーム電流コントローラ 2 は、反射パワー測定値が、基準値である 20W (任意に設定可能) よりも小さくなるように、スタブ 9 を調整する。

【0035】スタブ 9 の調整によって反射パワー測定値が 20W よりも小さくなれば (S4 で YES)、ビーム電流コントローラ 2 の第 1 調整手段 21 は、ビーム電流計測部 17 から入力されるビーム電流計測データに基づいて、マイクロ波電源 7 の出力パワーを制御してマグネトロン 3 から出力されるマイクロ波電力を調整する (S5)。即ち、第 1 調整手段 21 は、ビーム電流計測部 17 において計測された電流値を、ビーム電流調整中、常時、モニタしており、このモニタ電流値が設定されたビーム電流値になるように、マイクロ波電源 7 を制御するのである。

【0036】マイクロ波電源 7 の出力パワーを変化させると、マグネトロン 3 の出力するマイクロ波パワーが変化し、プラズマチャンバ 8 に入射されるマイクロ波のパワーが変化する。プラズマチャンバ 8 に入射されるマイクロ波の変化に対するビーム電流の変化は、図 4 に示すように、略直線的であり、マイクロ波電源 7 の制御によるビーム電流調整は、比較的容易である。そして、モニタ電流値が設定されたビーム電流値になれば (S6 で YES)、ビーム電流制御を終了する。

【0037】尚、微小ビーム電流調整を行う場合には、マグネトロン 3 の出力が限界最低値 (例えば 200W) になっても、モニタ電流値が設定されたビーム電流値にならない。そこで、限界判断手段 22 がマグネトロン 3 の出力が限界最低値になったと判断すれば (S7 で YES)、ビーム電流コントローラ 2 は、通常は導波管 6 の有するインピーダンスとプラズマインピーダンスとの間のインピーダンスの整合を図るために用いられるスタブ 9 を、ここではインピーダンスの不整合を生じさせる手段として利用し、定在波測定センサ 10 の測定値に基づいて、上記スタブ 9 を制御して導波管 6 のインピーダンスを調整し、導波管 6 のインピーダンスとプラズマインピーダンスとの間のインピーダンス不整合によって導波管 6 内に反射波を生じさせ、プラズマチャンバ 8 に入射されるマイクロ波パワーを調整する (S8)。

【0038】即ち、プラズマインピーダンス演算手段 24 が定在波測定センサ 10 からの定在波測定データによりプラズマインピーダンスを求め、第 2 調整手段 23 がこの演算結果に基づいて、所望の反射パワーが生じるように、反射係数 (進行波と反射波との比) および位相角を設定してスタブ 9 を動作させる。マグネトロン 3 の出力するマイクロ波パワー (即ち、進行波のパワー) を  $P_1$ 、導波管 6 のインピーダンスとプラズマインピーダンスとの間のインピーダンス不整合によって導波管 6 内に生じる反射波のパワーを  $P_2$  とすると、プラズマチャンバ 8 に入射されるマイクロ波のパワー  $P_{in}$  は、

$$P_{in} = P_1 - P_2$$

となり、マグネトロン 3 の出力パワー  $P_1$  が限界最低値 (一定) でも、反射波パワー  $P_2$  を変化させることによって、プラズマチャンバ 8 に入射されるマイクロ波パワー  $P_{in}$  をリニアに変化させることができる。

【0039】このスタブ 9 の制御によるビーム電流調整により、モニタ電流値が設定されたビーム電流値になれば (S9 で YES)、ビーム電流制御を終了する。

【0040】以上のように、本実施例のイオン注入装置は、プラズマを生成するためのプラズマチャンバ 8 と、マイクロ波電源 7 によって駆動されるマグネトロン 3 と、マグネトロン 3 から出力されたマイクロ波をプラズマチャンバ 8 へ導く導波管 6 と、上記導波管 6 のインピーダンスを変化させることによって導波管 6 のインピーダンスとプラズマインピーダンスとの間のインピーダンス整合をとるスタブ 9 とを有してイオンビームを生成する ECR イオン源 1 を具備し、ビーム電流コントローラ 2 が上記 ECR イオン源 1 の動作を制御することによってフルオートでビーム電流調整が行われるようになってい

整手段 21 が、マイクロ波電源 7 の出力パワーを制御してマグネトロン 3 から出力されるマイクロ波電力を調整してビーム電流の調整を行い、このとき、限界判断手段 22 がマグネトロン 3 の出力が限界最低値になったと判断すれば、次に、第 2 調整手段 23 が、プラズマインピーダンス演算手段 24 の演算結果に基づいて、上記スタブ 9 を制御して導波管 6 のインピーダンスを調整し、導波管 6 のインピーダンスとプラズマインピーダンスとの間のインピーダンス不整合によって導波管 6 内に反射波を生じさせることにより、プラズマチャンバ 8 に入射されるマイクロ波電力を調整することによってビーム電流の調整を行うような構成である。

【0041】これによって、マイクロ波電源 7 の制御によるビーム電流調整だけでは調整不可能なような微小ビーム電流調整を行う場合でも、従来のようにソースマグネット電源の制御によるビーム電流調整（図 5 参照）を行う必要がなく、プラズマチャンバ 8 に入射されるマイクロ波電力の調整によるリニアなビーム電流調整（図 4 参照）が行え、フルオートによるビーム電流調整が容易となり、調整時間の短縮化を図れる。

【0042】即ち、従来であれば、常に、導波管のインピーダンスとプラズマインピーダンスとのインピーダンスの整合が行われた状態でビーム電流調整が行われているので、マグネトロンの出力パワーが、略、プラズマチャンバに入射されるマイクロ波パワーであり、図 4 中に点 A で示されるマグネトロンの出力限界最低値よりもプラズマチャンバに入射されるマイクロ波のパワーを下げる事ができなかった。これに対し、本実施例では、スタブ 9 をインピーダンス不整合を生じさせる手段として利用することにより、プラズマチャンバ 8 に入射されるマイクロ波のパワーを、マグネトロン 3 の出力限界最低値よりも下げることができる。したがって、微小ビーム電流調整を行う場合でも、リニアなビーム電流調整が行える。

【0043】尚、殆どの場合、スタブ 9 の調整（図 3 の S8）によって、微小ビーム電流調整が可能となるが、極端にビーム電流を小さくする場合は、反射波のパワーが大きくなり過ぎて導波管 6 内で放電が生じる可能性がある。そこで、反射パワーが所定の基準値（例えば、マグネトロン 3 の出力限界最低値が 200W ならば、反射パワーの基準値を 150W とする）になれば、ソースマグネット電源 14・15 の制御によってビーム電流の微調整を行うようにしてもよい。

【0044】上記実施例では、イオン注入装置を例に挙げて説明したが、マイクロ波型イオン源を備え、フルオートでビーム電流調整を行う機能を備えた他のイオン照射装置、例えばスパッタリング装置にも適用可能である。また、上記実施例では、ビーム電流コントローラ 2 がプラズマインピーダンス演算手段 24 を有しているが、定在波測定センサ 10 の測定データからプラズマイ

ンピーダンスを演算する手段をビーム電流コントローラ 2 とは別構成にすることも可能である。上記実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と特許請求の範囲内で、いろいろと変更して実施することができるものである。

#### 【0045】

【発明の効果】本発明のイオン照射装置は、以上のように、プラズマを生成するためのプラズマチャンバと、マイクロ波を発生するマイクロ波発生手段と、上記マイクロ波発生手段から出力されたマイクロ波を上記プラズマチャンバへ導く導波管と、上記導波管のインピーダンスを変化させることによって導波管のインピーダンスとプラズマチャンバ側のインピーダンスとの間のインピーダンス整合をとるインピーダンス整合手段とを有してイオンビームを生成するマイクロ波型イオン源、および、マイクロ波発生手段の出力するマイクロ波電力を調整する第 1 調整手段と、マイクロ波発生手段の出力するマイクロ波電力が限界最低値になったか否かを判断する限界判断手段とを有して上記マイクロ波型イオン源の動作を制御することによってマイクロ波型イオン源から引き出されるイオンビームの電流を調整するビーム電流調整手段を備えているものであって、プラズマチャンバ側のインピーダンスを測定するプラズマインピーダンス測定手段を備えると共に、上記ビーム電流調整手段が、上記判断手段がマイクロ波発生手段の出力するマイクロ波電力が限界最低値になったと判断したとき、上記プラズマインピーダンス測定手段の測定値に基づいて、上記インピーダンス整合手段を制御して導波管のインピーダンスを調整し、導波管のインピーダンスとプラズマチャンバ側のインピーダンスとの間のインピーダンス不整合によって導波管内に反射波を生じさせることにより、プラズマチャンバに入射されるマイクロ波電力を調整する第 2 調整手段を有している構成である。

【0046】それゆえ、マイクロ波発生手段の制御によるビーム電流調整だけでは調整不可能なような微小ビーム電流調整を行う場合でも、従来のようにソースマグネット電源の制御によるビーム電流調整を行う必要がなく、プラズマチャンバに入射されるマイクロ波電力の調整によるリニアなビーム電流調整が可能となる。したがって、フルオートによる微小ビーム電流調整が容易となり、ビーム電流調整時間の短縮化を図れるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例を示すものであり、イオン注入装置のビーム電流コントローラのモジュール構成を示す機能ブロック図である。

【図 2】上記イオン注入装置の要部の構成を示すブロック図である。

11

12

【図 3】 上記ビーム電流コントローラの制御動作を示すフローチャートである。

【図 4】 プラズマチャンバに入射されるマイクロ波のパワーとビーム電流との関係を示す説明図である。

【図 5】 ソースマグネット電流とビーム電流との関係を示す説明図である。

【図 6】 従来例を示すものであり、イオン注入装置の要部の構成を示すブロック図である。

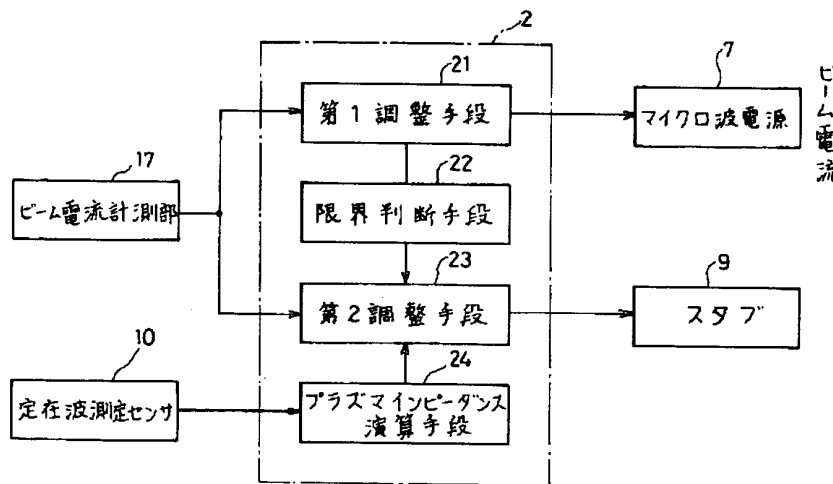
【図 7】 上記イオン注入装置のビーム電流コントローラの制御動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

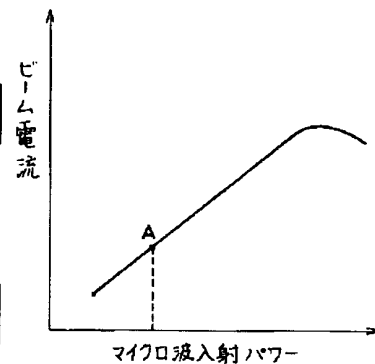
- 1 マイクロ波型イオン源
- 2 ビーム電流コントローラ (ビーム電流調整手段)
- 3 マグネトロン (マイクロ波発生手段)
- 6 導波管
- 7 マイクロ波電源 (マイクロ波発生手段)

- 8 プラズマチャンバ
- 9 スタブ (インピーダンス整合手段)
- 10 定在波測定センサ (プラズマインピーダンス測定手段)
- 12 ソースマグネット
- 13 ソースマグネット
- 14 ソースマグネット電源
- 15 ソースマグネット電源
- 16 反射パワー測定部
- 17 ビーム電流計測部
- 21 第 1 調整手段
- 22 限界判断手段
- 23 第 2 調整手段
- 24 プラズマインピーダンス演算手段 (プラズマインピーダンス測定手段)

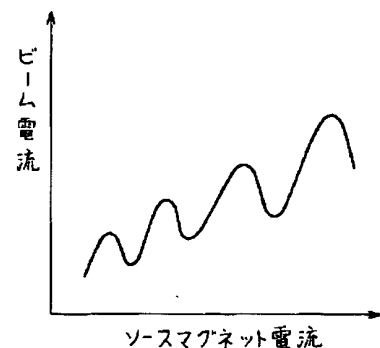
【図 1】



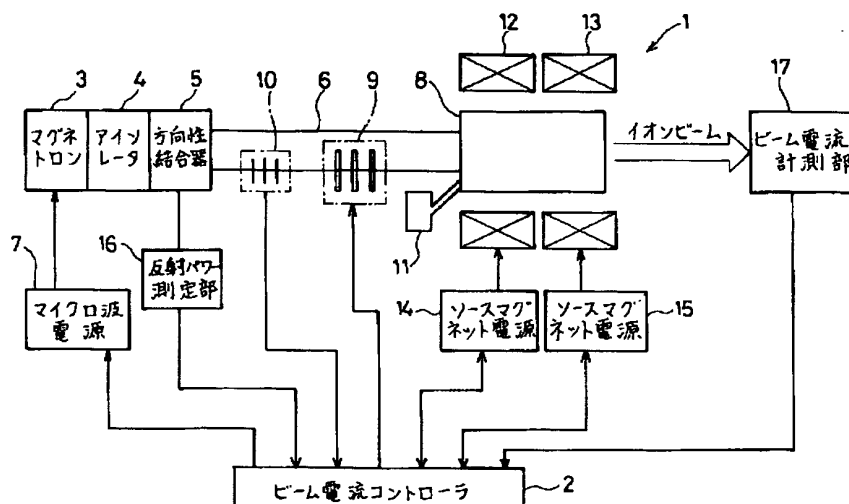
【図 4】



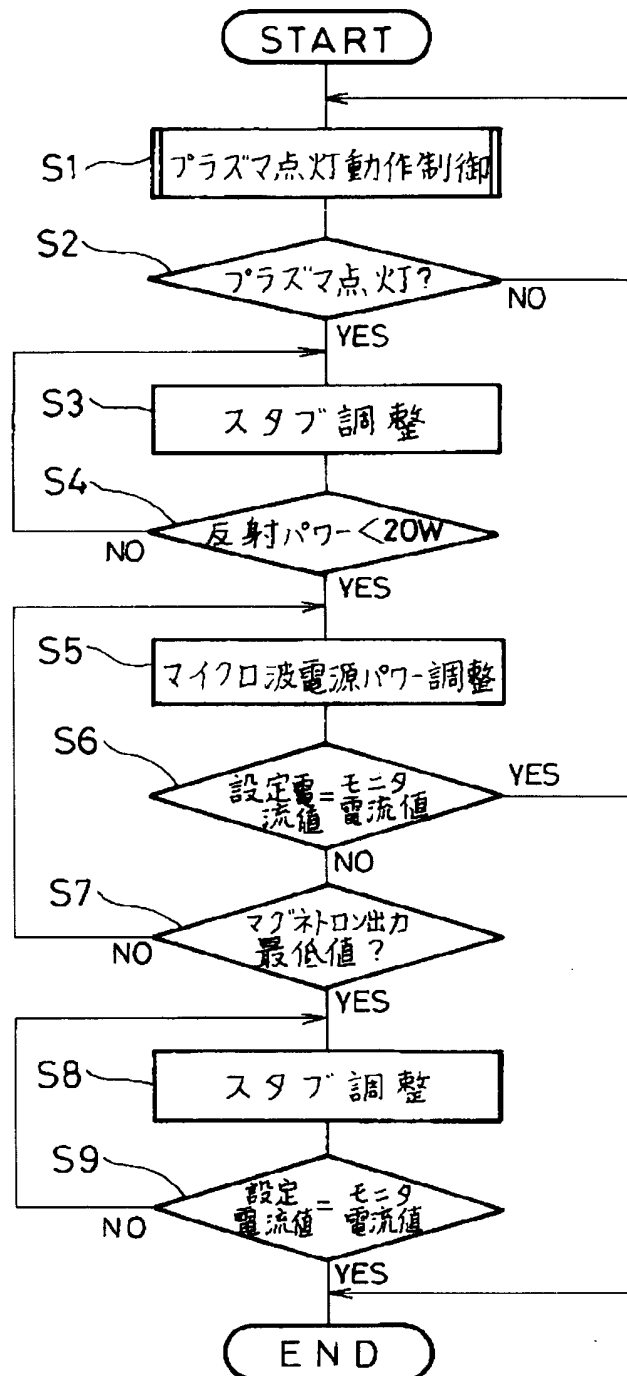
【図 5】



【図 2】

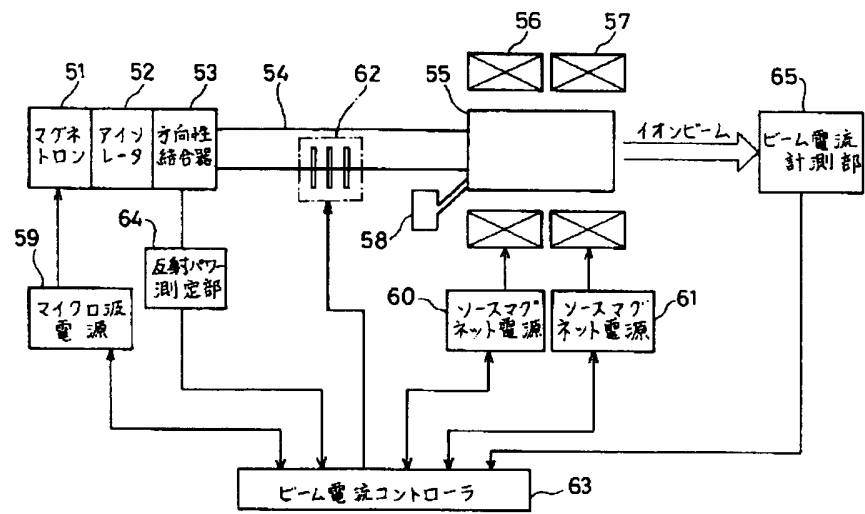


【図 3】

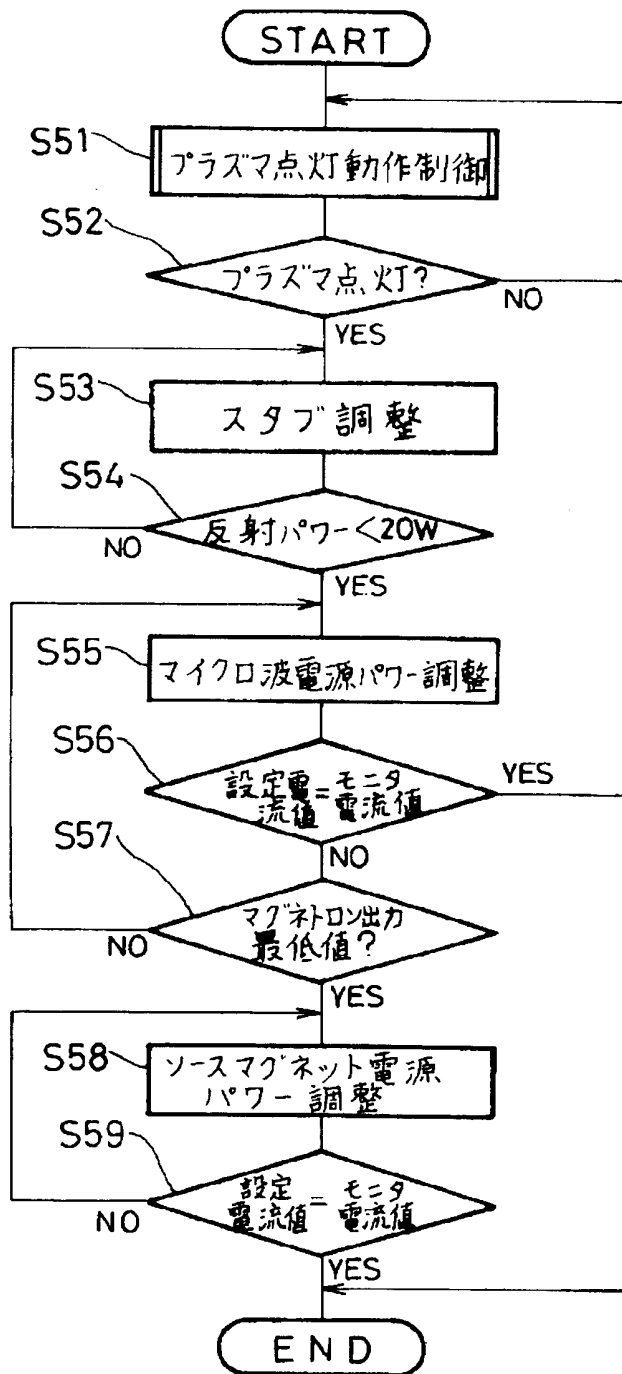




【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 21/265

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所